

RANCANG BANGUN *MOBILE ROBOT* PENGIKUT MANUSIA BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN METODE *TEMPLATE MATCHING* BERBASIS MINI PC

Rendy Dartha Nugraha^{1*}, Firdaus², Derisma³

^{*1,3} Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas

² Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Padang

Jl. Universitas Andalas, Limau Manis, Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163

*E-mail: derisma@fti.unand.ac.id

ABSTRAK

Penerapan teknologi di bidang robotika telah banyak dimanfaatkan oleh kalangan industri di dunia kerja dalam rangka meningkatkan efisiensi dan efektivitas berbagai aktivitas kerja manusia. Sebuah mobile robot dibuat agar dapat mengikuti pergerakan objek berupa manusia berdasarkan warna menggunakan webcam. Mobile robot yang dibuat dapat melakukan proses pengolahan citra dari warna objek yang ditangkap oleh webcam, sehingga dapat mengenali warna objek yang diikuti. Proses pengolahan citra akan di proses di dalam Raspberry Pi sebagai pusat kontrol, yang akan menggerakkan motor pada mobile robot. Ada beberapa proses pengolahan citra untuk mengikuti pergerakan objek, yaitu: mencari nilai HSV masing-masing warna pada kondisi pencahayaan yang berbeda, menganalisa warna objek yang akan diikuti dengan membandingkan nilai HSV yang didapat dengan nilai HSV pada proses sebelumnya, dan mendeteksi warna lingkaran pada objek yang tujuan dengan menggunakan metode template matching. Mobile robot akan mengikuti pergerakan objek yang telah ditangkap oleh webcam, Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan nilai HSV yang tepat untuk semua keadaan pencahayaan untuk masing-masing warna yaitu: nilai H (Hue) untuk warna, merah: 0-66, nilai S (Saturation): 64-169, dan nilai V (Value): 75-124. Dari 11 kali pengujian sistem yang dilakukan pada semua kondisi pencahayaan, diperoleh 5 kali kegagalan dengan persentase kegagalan sebesar 45.4 % dan 6 kali keberhasilan dengan persentase keberhasilan sebesar 54.6 %.

Kata kunci: HSV, Robot, Raspberry, Webcam, Template Matching

ABSTRACT

Application of robotics has been used extensively by the industry in the world of work in order to improve the efficiency and effectiveness of the various activities of human labor. A mobile robot is set up to follow the movement of the object in the form of humans by color using a webcam. Mobile robot is made to perform image processing on the color of the object captured by the webcam, so it can recognize the color of objects that followed. Image processing will be processed in the Raspberry Pi as the control center, which will drive the motor in a mobile robot. There are some image processing to follow the movement of objects, namely: seeking the HSV values of each color in different lighting conditions, analyzing the color of objects that will be followed by comparing the HSV values obtained with the HSV values in the previous process, and detect the color of the circle on the object the destination by using template matching. Mobile robot will follow the movement of objects that have been captured by a webcam, From the research conducted, it was found that exact HSV values for all state lighting for each color, namely: the value of H (Hue) for color, red: 0-66, the value of S (Saturation): 64-169, and the value of V (value): 75-124. Of the 30 times the system testing performed on all lighting conditions, obtained 5 times failure with failure percentage was 45.4 %, and 6 times the success with a success percentage of 54.6 %.

Keywords : HSV, Robot, Raspberry, Webcam, Template Matching

PENDAHULUAN

Sistem visual buatan atau vision system (*computer vision*) adalah suatu sistem yang mempunyai kemampuan untuk menganalisis objek secara visual, setelah data objek yang bersangkutan dimasukkan dalam bentuk citra [1]. Disiplin ilmu yang melahirkan teknik-teknik untuk pengolahan citra ini dinamakan pengolahan citra digital [2]. Robot pengikut manusia merupakan salah satu implementasi dari pengolahan citra digital dimana robot harus dapat mengenali objek. Permasalahan dalam robot pengikut manusia sangatlah kompleks, meliputi human detection, tracking, navigasi, pengendalian pergerakan, dan pengendalian posisi [3]. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dibuatlah sebuah rancangan mobile robot pengikut manusia berdasarkan warna berbasis mini PC. Robot yang dirancang sebuah mobile robot yang terdiri dari penggabungan dari robot line follower dan robot pendeteksi. Sehingga proses pencocokan template yang dilakukan akan lebih akurat dengan objek yang diikuti beroperasi pada tempat yang sering berubah-ubah.

Adapun tujuan penulisan makalah ini adalah untuk mempelajari bagaimana merancang sebuah mobile robot yang dapat bergerak secara otomatis mengikuti pergerakan manusia berdasarkan warna baju.

Mini PC Raspberry Pi

Sebuah Raspberry Pi adalah board komputer seukuran kartu kredit dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, Inggris dengan tujuan mengajarkan dasar-dasar ilmu komputer dan pemrograman untuk siswa sekolah di seluruh dunia. Komputer seukuran kartu kredit ini dengan harga yang terjangkau berkisar antara \$25-35 adalah platform yang sempurna untuk berinteraksi dengan banyak perangkat. Raspberry Pi board berisi prosesor dan chip grafis, memori program (RAM) dan berbagai interface dan konektor untuk perangkat eksternal. Semua model Raspberry Pi memiliki CPU yang sama bertipe BCM2835 yang murah, kuat, dan tidak mengkonsumsi banyak daya. Raspberry Pi beroperasi sama dengan PC standar, membutuhkan keyboard untuk entri perintah, unit display dan power supply. SD flash kartu memori yang biasanya digunakan dalam kamera digital dikonfigurasi sedemikian rupa untuk "terlihat seperti" hard drive untuk RaspberryPi"prosesor[4].

Ada beberapa hal yang membuat Raspberry Pi sebagai perangkat yang bagus untuk belajar pemrograman [5].

1. Murah. Hal ini berguna karena programmer cenderung bereksplorasi dengan rancangan alat mereka, umumnya ketika ada kesalahan, tidak merusak mesin itu sendiri, tetapi mengharuskannya untuk menginstal ulang sistem.
2. Pi adalah mentah (*raw*). Sebagian besar komputer dikemas untuk tujuan tertentu (tablet untuk berselancar web atau bermain game, konsol game untuk menonton film atau bermain game, laptop untuk bekerja atau bermain game, dan sebagainya). Dengan akses ke GPIOs sebuah Raspberry Pi dapat mengubah fungsinya ke salah satu hal dengan hanya sedikit pengetahuan teknis.
3. Raspberry Pi berjalan Linux. Ini adalah sebuah sistem operasi open source, menyediakan sistem windowing dan antarmuka berbasis teks untuk mengendalikan Pi. Raspberry Pi mendorong eksperimen pada perangkat keras terkoneksi dengan perangkat elektronik, begitu juga dengan sistem operasi.

Template Matching

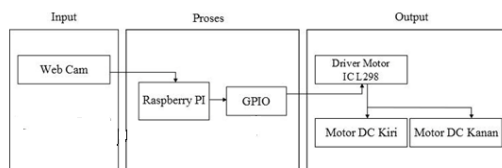
Template matching merupakan salah satu teknik dalam pengolahan citra digital yang berfungsi untuk mencocokkan tiap-tiap bagian dari suatu citra dengan citra yang menjadi template (acuan). Teknik ini banyak digunakan dalam bidang industri sebagai bagian dari quality control. Metode template matching termasuk salah satu metode terapan dari teknik konvolusi. Metode ini sering digunakan untuk mengidentifikasi citra karakter huruf, angka, sidik jari (*fingerprint*) dan aplikasi-aplikasi pencocokan citra lainnya [6]. Prinsip metode ini adalah membandingkan antara citra streaming yang akan dikenali dengan citra sampel (*template*). Citra barang yang akan dikenali mempunyai tingkat kemiripan sendiri terhadap masing-masing citra sampel (*template*). Pengenalan dilakukan dengan melihat nilai tingkat kemiripan tertinggi dan nilai batas ambang pengenalan dari citra barang tersebut. Bila nilai tingkat kemiripan berada di bawah nilai batas ambang maka citra barang tersebut dikategorikan sebagai barang tidak

dikenal. Pada prinsipnya metode *template matching* memiliki karakteristik antara lain [6]:

- Relatif mudah untuk diaplikasikan dalam teknik pengolahan citra digital.
- Hasilnya relatif sangat akurat karena mendeteksi kesalahan hingga ukuran piksel.
- Metode ini cukup rentan terhadap perbedaan orientasi antara citra sampel (*template*) dengan citra yang akan diidentifikasi, yang meliputi: ukuran, posisi dan kualitas citra.
- Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka metode ini sangat tergantung pada teknik pengolahan citra digital yang lain seperti enhancement, color filtering, dan lain-lain.

METODE

Perancangan hardware mobile robot pengikut manusia ini, terdapat 3 blok sistem yaitu: Input, proses dan output blok sistem input, yaitu webcam sebagai sensor yang digunakan mengcapture warna baju pakaian. Input yang berasal dari webcam ini akan di proses pada Raspberry pi. Blok diagram perancangan sistem yang akan dibuat, dapat dilihat pada Gambar 1 berikut



Gambar 1. Blok Proses

Pada proses perancangan software, menggunakan open CV, dengan bahasa pemrograman python untuk pengolahan citra, dan pengontrolan motor DC menggunakan Raspberry Pi dari inputan webcam. Proses pengolahan citra yang terjadi di dalam Raspberry pi, dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Proses pengolahan citra pada robot pengikut manusia

Webcam akan meng-capture warna baju , hasil inputan webcam tersebut akan diproses didalam Raspberry Pi untuk proses pengolahan citra. Proses pengolahan citra yang terjadi adalah warna barang yang di-capture akan di convert dari warna RGB ke warna HSV, dan dilakukan proses tresholding untuk membedakan warna dengan latar. Agar mendapatkan hasil HSV yang cocok, maka barang di tracking dengan menggeser trackbar, sampai didapatkan nilai HSV yang tepat untuk warna yang digunakan. Proses mencari nilai HSV, nilai HSV pada trackbar di-setting terlebih dahulu, dimana untuk nilai HMin, SMin, dan VMin di setting 0, dan nilai HMax, SMax, VMax di setting 255 karena pengolahan citra yang digunakan adalah pengolahan 8 bit. Setelah didapatkan nilai HSV warna yang diinginkan, maka nilai tersebut disimpan dalam variabel untuk digunakan sebagai pembanding pada tahap selanjutnya.

Dalam proses analisa warna baju, akan dilakukan looping untuk mencari nilai HSV masing-masing pixel. Pixel yang digunakan dalam proses analisa warna yaitu 160x120. Nilai HSV yang terdeteksi akan dibandingkan dengan nilai HSV warna yang tersimpan pada variabel yang didapat proses mencari nilai HSV di tahap sebelumnya. Setelah dibandingkan maka akan didapatkan jumlah piksel maksimal dari warna merah tersebut.

Sesuai flowchart pada Gambar 3, pergerakan robot menggambarkan bagaimana alur pembuatan program dengan bahasa Python 2.7 dan library openCV. Sistem ini dimulai dengan menginisialisasi webcam serta pin GPIO pada raspberry pi yang akan berfungsi sebagai kontrol robot. Setelah itu aktifkan webcam yang terhubung pada raspberry pi. Sistem yang digunakan adalah autorun. Setelah terhubung, maka robot akan melakukan compile program dengan sendiri nya sehingga robot melakukan pergerakan.

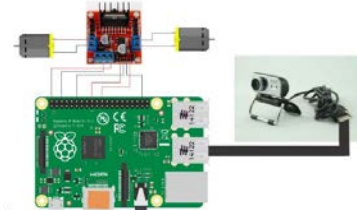


Gambar 3. Flowchart Robot Mobil Pengikut Manusia

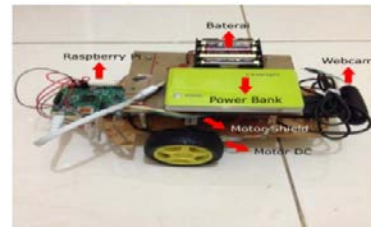
HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi hardware merupakan perangkaian semua komponen sistem yang diperlukan, yaitu raspberry pi, webcam, driver motor, motor DC, dan baterai. Semua komponen tersebut dirangkai sesuai dengan perancangan.. Mobile robot ini dibuat menggunakan akrilik 18 X 25 cm dengan tinggi 19 cm . Mobile robot pengikut dapat dilihat pada Gambar 5.

- 1) Webcam berfungsi untuk mendeteksi warna baju manusia yang akan diikuti. Inputan yang berasal dari webcam diolah di dalam Raspberry Pi, dengan menghubungkan kabel usb ke port usb yang ada pada Raspberry .
- 2) Raspberry Pi merupakan otak yang akan memberi perintah melakukan proses pengolahan citra untuk mendeteksi warna baju yang telah di-capture oleh webcam.
- 3) Motor shield L298 berfungsi sebagai pengendali motor DC. Motor shield dapat mengendalikan 2 buah motor DC, yang dapat bekerja secara maksimal apabila menggunakan sumber arus eksternal sebagai daya, seperti dari baterai 12 volt.
- 4) Motor DC berfungsi sebagai penggerak robot sesuai dengan perintah yang diberikan oleh motor shield L298 untuk bergerak maju, belok kanan, belok kiri, atau berhenti.



Gambar 4. Rangkaian Komponen



Gambar 5. Implementasi Robot

Dalam perancangan mobile robot pengikut manusia, proses pencarian warna yang dituju dilakukan setelah semua proses pada tahap perancangan selesai. Pada tahap ini, webcam akan meng-capture dan mendeteksi warna baju. Sehingga didapatkan nilai HSV yang didapat dari masing-masing warna tersebut disimpan dalam sebuah variabel. Setelah proses mencari nilai HSV selesai, maka robot diberi perintah untuk berjalan mengikuti pergerakan manusia yang diikuti.

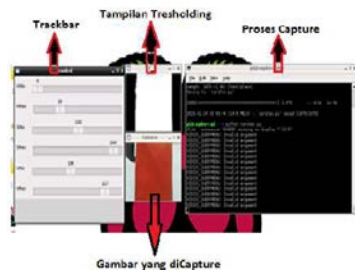
Pada proses tracking webcam meng-capture warna baju, dan kemudian warna yang di capture tersebut akan diproses didalam Raspberry Pi dengan melewati beberapa proses pengolahan citra. Setelah proses pengolahan citra selesai, maka didapatkan nilai HSV dan jumlah piksel maksimal dari warna baju tersebut, kemudian Raspberry pi akan mengirimkan perintah untuk menggerakkan motor dc, agar mobile robot berjalan mengikuti pergerakan manusia yang diikutinya



Gambar 6. Robot Pengikut Manusia

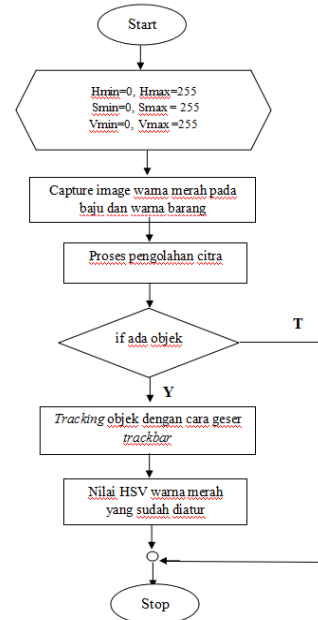
Dalam pembuatan mobile robot pengikut manusia ini, menggunakan metode *template matching*. Sehingga sebelum mobile robot menganalisa warna pada titik awal, dibutuhkan sebuah nilai yang berguna sebagai pembanding. Untuk mencari nilai HSV yang digunakan sebagai pembanding, dalam pengujian sistem untuk tracking warna baju yang akan digunakan pada trackbar. Trackbar digeser sampai didapatkan nilai HSV yang cocok. Implementasi pencarian Template ini dibuat menggunakan library OpenCV dan bahasa pemrograman python.

Dari Gambar 7 dapat dilihat setelah program python untuk mencari nilai HSV di jalankan, maka akan muncul jendela tampilan untuk menampilkan gambar yang di capture, hasil tresholding gambar yang di capture, dan jendela trackbar.



Gambar 7. Mencari nilai HSV

Pada proses mencari nilai HSV pada trackbar disetting menjadi 0, dan Nilai HSV disetting menjadi 255. Nilai 0 sampai 255 digunakan, karena dalam pengujian yang dilakukan menggunakan pengolahan citra 8 bit, sehingga nilai maksimal yang didapatkan dalam pengujian adalah 255. Pada jendela tampilan hasil tresholding dapat dilihat, perubahan tampilan apabila trackbar digeser.



Gambar 8. Flowchart mencari nilai HSV

Pengujian untuk pencarian sudut webcam yang tepat untuk dinding tujuan dilakukan sebanyak 10 kali, yaitu dari sudut 0° sampai sudut 90° . Dari 5 kali percobaan didapatkan sudut webcam yang cocok dalam mendeteksi objek warna baju adalah sudut webcam untuk kiri (sudut 30°), lurus (sudut 60°), dan kanan (sudut 90°). Posisi awal webcam di setting ke keadaan lurus, dengan sudut 60° . Dari pengujian yang dilakukan untuk memutar motor, didapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan, yaitu berputar ke kiri, lurus dan kekanan dengan baik.



Gambar 9. Pengujian

Berikut adalah data respon webcam terhadap intensitas cahaya untuk warna dengan perbedaan kondisi pencahayaan. Pencahayaan sangat berpengaruh terhadap penentuan nilai

warna yang diperoleh. Dari 11 kali pengujian sistem yang dilakukan pada semua kondisi pencahayaan, didapatkan 5 kali kegagalan, dan 6 kali keberhasilan dengan persentase keberhasilan sebesar 54.6 % dan error 45.4%.

Tabel 1. Pengaruh intensitas cahaya dan jarak

Intensitas cahaya (lux)	Jarak (cm)	Hasil	Keputusan
terang	21	40	Terdeteksi Robot berjalan
terang	20	80	Terdeteksi Robot berjalan
terang	17	120	Terdeteksi Robot berjalan
terang	12	160	Tidak terdeteksi Robot diam
terang	10	20	Tidak terdeteksi Robot diam
terang	37	35	Tidak terdeteksi Robot diam
terang	13	150	Terdeteksi Robot maju
redup	10	70	Terdeteksi Robot berjalan
redup	7	130	Tidak terdeteksi Robot diam
redup	3	150	Tidak terdeteksi Robot diam
redup	5	210	Terdeteksi Robot berjalan

SIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan implementasi pada robot mobile pengikut manusia diatas, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan hasil pengujian, hasil pendeteksian yang dilakukan robot dapat mengenali objek manusia yang diikuti dari berdasarkan warna baju dan mampu membedakan dengan objek lainnya.
- 2) Pengaturan sudut webcam yang tepat untuk mendeteksi objek manusia ke kiri, lurus dan ke kanan adalah 30 derajat, 60 derajat, dan 90 derajat.
- 3) Pencahayaan sangat berpengaruh terhadap penentuan nilai warna yang diperoleh. Dari 11 kali pengujian sistem yang dilakukan pada semua kondisi pencahayaan, didapatkan 4 kali kegagalan, dan 8 kali keberhasilan dengan persentase keberhasilan sebesar 54.6 % dan error 45.4%.
- 4) Metode template matching rentan terhadap pencahayaan. Robot memiliki tingkat respon yang baik ditempat cahaya terang (48,0 lux) dibandingkan tempat yang lebih redup (28,0 lux).

Dari pembahasan implementasi mobile robot pengikut manusia diatas, penulis melihat potensi untuk dikembangkan lebih jauh. Untuk pengembangan dari pembahasan tersebut, penulis memiliki saran sebagai berikut:

- 1) Lebih mengoptimalkan kualitas citra sebelum dianalisa, baik itu dari intensitas cahaya, warna dan filter noise.
- 2) Kecepatan prosesor Raspberry-PI yang hanya 700Mhz kurang memadai untuk algoritma pengolahan citra yang terlalu panjang, sehingga kecepatan prosesor perlu ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Umbaugh, Scott E. C. 1998. Computer Vision and Image Processing, Englewood Cliffs,NJ:Prentice-Hall.
- Basuki, Achmad. 2007. Pengantar Pengolahan Citra. PENS-ITS Surabaya.
- Smith, R., and Cheeseman, P., "On the Representation of and Estimation of Spatial Uncertainty," International Journal of Robotics Research, vol. 5, 1986, pp. 56–68.
- M.schmidt, Raspberry Pi – A Quick Start Guide, the Pragmatic Bookshelf,
- AlexBradbury,BenEverard, 2014. Learning Python with Raspberry Pi, PublisherWiley.
- Wardhana, dkk. 2008. Penggunaan metode template matching untuk identifikasi kecacatan pada PCB. <http://journal.uui.ac.id/index.php/snati/article/download/895/831>, diakses tanggal 4 januari 2016, jam 21.00 Wib.